



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

名家通识讲座书系

□ 江晓原 主编

科学史 十五讲(第二版)

科学史是沟通自然科学和人文学术的最好的桥梁，
对于培养文理兼通的综合素质，
对于优化人才的知识结构，
有着其他学科无法替代的作用。



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

名家通识讲座书系

科学史 十五讲(第二版)

□ 江晓原 主编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

科学史十五讲/江晓原主编. —2 版. —北京: 北京大学出版社, 2016. 8

(名家通识讲座书系)

ISBN 978-7-301-27493-4

I. ①科… II. ①江… III. ①自然科学史—世界②社会科学—历史—世界 IV. ①N091②C091

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 205413 号

- | | |
|-------|--|
| 书 名 | 科学史十五讲(第二版)
KEXUESHI SHIWU JIANG |
| 著作责任者 | 江晓原 主编 |
| 责任编辑 | 艾 英 |
| 标准书号 | ISBN 978-7-301-27493-4 |
| 出版发行 | 北京大学出版社 |
| 地 址 | 北京市海淀区成府路 205 号 100871 |
| 网 址 | http://www.pup.cn 新浪微博: @北京大学出版社 |
| 电子信箱 | pkuwsz@126.com |
| 电 话 | 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62756467 |
| 印 刷 者 | 北京中科印刷有限公司 |
| 经 销 者 | 新华书店 |
| | 965 毫米 × 1300 毫米 16 开本 23.5 印张 373 千字 |
| | 2006 年 11 月第 1 版 |
| | 2016 年 8 月第 2 版 2016 年 8 月第 1 次印刷 |
| 定 价 | 48.00 元 |

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话 010-62752024; 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题, 请与出版部联系, 电话: 010-62756370

“名家通识讲座书系” 编审委员会

编审委员会主任

许智宏(原北京大学校长 中国科学院院士 生物学家)

委员

许智宏

刘中树(原吉林大学校长 教育部中文学科教学指导委员会主任 教授 文学理论家)

张岂之(清华大学教授 历史学家 原西北大学校长)

董 健(原南京大学副校长、文学院院长 教授 戏剧学家)

李文海(中国人民大学教授 历史学家 教育部历史学科教学指导委员会主任 原中国人民大学校长)

章培恒(原复旦大学古籍研究所所长 教授 文学史家)

叶 朗(原北京大学艺术系主任 教授 美学家 教育部哲学学科教学指导委员会主任)

徐葆耕(原清华大学中文系主任 教授 作家)

赵敦华(原北京大学哲学系主任 教授 哲学家)

温儒敏(原北京大学中文系主任 教授 文学史家 中国现代文学学会会长 原北京大学出版社总编辑)

执行主编

温儒敏

“名家通识讲座书系”总序

本书系编审委员会

“名家通识讲座书系”是由北京大学发起,全国十多所重点大学和一些科研单位协作编写的一套大型多学科普及读物。全套书系计划出版 100 种,涵盖文、史、哲、艺术、社会科学、自然科学等各个主要学科领域,第一、二批近 50 种将在 2004 年内出齐。北京大学校长许智宏院士出任这套书系的编审委员会主任,北大中文系主任温儒敏教授任执行主编,来自全国一大批各学科领域的权威专家主持各书的撰写。到目前为止,这是同类普及性读物和教材中学科覆盖面最广、规模最大、编撰阵容最强的丛书之一。

本书系的定位是“通识”,是高品位的学科普及读物,能够满足社会上各类读者获取知识与提高素养的要求,同时也是配合高校推进素质教育而设计的讲座类书系,可以作为大学本科生通识课(通选课)的教材和课外读物。

素质教育正在成为当今大学教育和社会公民教育的趋势。为培养学生健全的人格,拓展与完善学生的知识结构,造就更多有创新潜能的复合型人才,目前全国许多大学都在调整课程,推行学分制改革,改变本科教学以往比较单纯的专业培养模式。多数大学的本科教学计划中,都已经规定和设计了通识课(通选课)的内容和学分比例,要求学生在完成本专业课程之外,选修一定比例的外专业课程,包括供全校选修的通识课(通选课)。但是,从调查的情况看,许多学校虽然在努力建设通识课,也还存在一些困难和问题:主要是缺少统一的规划,到底应当有哪些基本的通识课,可能通盘考虑不够;课程不正规,往往因人设课;课量不足,学生缺少选择的空间;更普遍的问题是,很少有真正适合通识课教学的教材,有时只好用专业课教材替代,影响了教学效果。一般来说,综合性大学这方面情况稍好,其他普通的大学,特别是理、工、医、农类学校因为相对缺少这方面的教学资源,加上

很少有可供选择的教材,开设通识课的困难就更大。

这些年来,各地也陆续出版过一些面向素质教育的丛书或教材,但无论数量还是质量,都还远远不能满足需要。到底应当如何建设好通识课,使之能真正纳入正常的教学系统,并达到较好的教学效果?这是许多学校师生普遍关心的问题。从2000年开始,由北大中文系主任温儒敏教授发起,联合了本校和一些兄弟院校的老师,经过广泛的调查,并征求许多院校通识课主讲教师的意见,提出要策划一套大型的多学科的青年普及读物,同时又是大学素质教育通识课系列教材。这项建议得到北京大学校长许智宏院士的支持,并由他牵头,组成了一个在学术界和教育界都有相当影响力的编审委员会,实际上也就是有效地联合了许多重点大学,协力同心来做成这套大型的书系。北京大学出版社历来以出版高质量的大学教科书闻名,由北大出版社承担这样一套多学科的大型书系的出版任务,也顺理成章。

编写出版这套书的目标是明确的,那就是:充分整合和利用全国各相关学科的教学资源,通过本书系的编写、出版和推广,将素质教育的理念贯彻到通识课知识体系和教学方式中,使这一类课程的学科搭配结构更合理,更正规,更具有系统性和开放性,从而也更方便全国各大学设计和安排这一类课程。

2001年底,本书系的第一批课题确定。选题的确定,主要是考虑大学生素质教育和知识结构的需要,也参考了一些重点大学的相关课程安排。课题的酝酿和作者的聘请反复征求过各学科专家以及教育部各学科教学指导委员会的意见,并直接得到许多大学和科研机构的支持。第一批选题的作者当中,有一部分就是由各大学推荐的,他们已经在所属学校成功地开设过相关的通识课程。令人感动的是,虽然受聘的作者大都是各学科领域的顶尖学者,不少还是学科带头人,科研与教学工作本来就很忙,但多数作者还是非常乐于接受聘请,宁可先放下其他工作,也要挤时间保证这套书的完成。学者们如此关心和积极参与素质教育之大业,应当对他们表示崇高的敬意。

本书系的内容设计充分照顾到社会上一般青年读者的阅读选择,适合自学;同时又能满足大学通识课教学的需要。每一种书都有一定的知识系统,有相对独立的学科范围和专业性,但又不同于专业教科书,不是专业课的压缩或简化。重要的是能适合本专业之外的一般大学生和读者,深入浅

出地传授相关学科的知识,扩展学术的胸襟和眼光,进而增进学生的人格素养。本书系每一种选题都在努力做到入乎其内,出乎其外,把学问真正做活了,并能加以普及,因此对这套书的作者要求很高。我们所邀请的大都是那些真正有学术建树,有良好的教学经验,又能将学问深入浅出地传达出来的重量级学者,是请“大家”来讲“通识”,所以命名为“名家通识讲座书系”。其意图就是精选名校名牌课程,实现大学教学资源共享,让更多的学子能够通过这套书,亲炙名家名师课堂。

本书系由不同的作者撰写,这些作者有不同的治学风格,但又都有共同的追求,既注意知识的相对稳定性,重点突出,通俗易懂,又能适当接触学科前沿,引发跨学科的学习和思考的兴趣。

本书系大都采用学术讲座的风格,有意保留讲课的口气和生动的文风,有“讲”的现场感,比较亲切、有趣。

本书系的拟想读者主要是青年,适合社会上一般读者作为提高文化素养的普及性读物;如果用作大学通识课教材,教员上课时可以参考其框架和基本内容,再加补充发挥;或者预先指定学生阅读某些章节,上课时组织学生讨论;也可以把本书系作为参考教材。

本书系每一本都是“十五讲”,主要是要求在较少的篇幅内讲清楚某一学科领域的通识,而选为教材,十五讲又正好讲一个学期,符合一般通识课的课时要求。同时这也有意形成一种系列出版物的鲜明特色,一个图书品牌。

我们希望这套书的出版既能满足社会上读者的需要,又能有效地促进全国各大学的素质教育和通识课的建设,从而联合更多学界同仁,一起来努力营造一项宏大的文化教育工程。

目 录

“名家通识讲座书系”总序/1

导 论 科学史的意义/1

- 一 “无用”的科学史/1
- 二 科学史学科的确立与萨顿的贡献/1
- 三 科学史的诸种功能/3
- 四 科学史的教育功能——以美国的情形为例/4
- 五 关于“真实的历史”/6
- 六 科学与正确之关系/8
- 七 科学史的三种研究方法/15
- 八 科学史研究中的内史和外史/18
- 九 科学史在中国的情形/23

第一讲 古希腊的科学哲学/25

- 一 希腊科学的背景/25
- 二 对万物本原的探究/30
- 三 亚里士多德和他的工作/37
- 四 希腊的数理科学/43
- 五 希腊的天文测量/48

第二讲 古代中国人的自然观/52

- 一 天人感应与天人相分/52
- 二 宇宙演化思想/57
- 三 时空观念/62

第三讲 中国古代的科学技术/71

- 一 天文学上的旷世之争/71
- 二 传统数学的发展/78
- 三 计时技术的演变/85
- 四 测向技术的辉煌/92

第四讲 阿拉伯的科学/100

- 一 历史背景/100
- 二 阿拉伯的数学/102
- 三 阿拉伯的天文学/105
- 四 阿拉伯的医学/108
- 五 阿拉伯的光学和化学/112
- 六 阿拉伯科学的世界意义/114

第五讲 科学在欧洲的复兴/117

- 一 对中世纪的简要回顾/117
- 二 文艺复兴/122
- 三 变化世界中的人与自然/125
- 四 数学的新进展/132

第六讲 近代科学革命之天文学革命/139

- 一 古希腊天文学/140
- 二 哥白尼和他的《天体运行论》/143
- 三 伽利略的天文发现/146
- 四 第谷的精密天文学/147
- 五 开普勒的行星运动定律/149

第七讲 近代科学革命之新物理学革命/153

- 一 近代以前的力学/153
- 二 伽利略的新物理学/156
- 三 笛卡尔的机械主义方法论/160
- 四 牛顿开创的时代/162

第八讲 微积分的创立与发展/171

- 一 笛卡尔与解析几何/171
- 二 微积分的创立/174

三	微积分在 18 世纪的发展/184
第九讲	近代化学的建立/191
一	从炼金术到化学/191
二	波义耳的贡献/195
三	燃素说的兴起/199
四	“近代化学之父”:拉瓦锡/203
第十讲	电磁学理论的建立和通讯技术的进步/211
一	早期的电磁学/211
二	从法拉第到麦克斯韦/217
三	通讯技术的进步/220
第十一讲	数学的新时代/228
一	群论的诞生/228
二	非欧几何革命/235
三	哈密顿与四元数/242
第十二讲	能量守恒定律和热力学定律的建立/247
一	能量守恒定律/247
二	热力学第一定律/253
三	热力学第二定律/255
四	热力学的发展/258
第十三讲	从进化论到遗传学/261
一	达尔文之前的进化论/261
二	达尔文及其自然选择的进化论/262
三	达尔文之后/266
四	遗传学/269
第十四讲	从以太理论到相对论/275
一	以太的历史与理论/275
二	迈克耳逊—莫雷实验及其意义/279
三	爱因斯坦和相对论/282
第十五讲	从量子论到量子力学/294
一	量子论/294
二	原子世界/302

三 量子力学/307

附录一 关于科学的三大误导/314

附录二 关于“四大发明”的争议和思考/324

附录三 江晓原访谈:科学已经告别纯真年代/333

综合索引/346

初版后记/364

第二版后记/366

科学史的意义

一 “无用”的科学史

学习科学史有什么用？

许多科学史研究者非常不愿意面对这一问题，因为他们觉得不能“理直气壮”地说出科学史的“用处”来。

从那些急功近利的角度来看，科学史确实没什么用。就一般情况而言，它既无助于获取国外大学的奖学金（科学史在西方也是相当冷门的行当），也不能靠它向外企老板争取高薪（除非这家外企是一个专业的科学史网站）。

那么作为一个科学家或工程师，学习科学史有没有用呢？

坦率地说，没有多少直接的用处。在那些诺贝尔奖获得者中，没有谁是先研究了科学史才做出伟大科学成就的。相反，不少著名科学家到了晚年倒是对科学史表现出浓厚兴趣——不过此时他们在科学上的创造力通常已经衰竭。

这么说来，科学史是不是很像一种供科学家晚年聊以自慰或是供某些学者自娱自乐的消闲学问？

在早期，科学史可能曾经是这样一门学问——但随着时代的发展，现在已经不是这样了。

二 科学史学科的确立与萨顿的贡献

从某种意义上说，在约两千年前就出现了科学史的萌芽，比如古希腊时

代的某些著作。在科学著作中追溯有关的历史人物、著作或事件,一直是西方许多学者的喜好。在中国古代,也有一些即使在今天看起来也称得上科学史研究的工作。而出现严格意义上的科学史研究,通常被认为要晚得多。18世纪出现了一批以各门学科为对象的专科史著作,到19世纪则有了最初的综合性科学通史。

但是,科学史作为一门现代的、专业化的学科,建立起自身的价值标准和研究目的,开始在社会上产生足够的影响,并且得到社会承认(通俗地说,就是被人们承认为一门“学问”),则是20世纪初的事情。

在科学史专业学科地位的确立过程中,著名科学史家乔治·萨顿(George Sarton)的贡献被公认为是最重要的。

萨顿1884年生于比利时一个富裕家庭中。上大学最初学的是哲学,但是很快就对这门学科感到厌倦,于是改学化学和数学,27岁那年(1911年)以题为《牛顿力学原理》的论文获得博士学位。他青年时代就对科学史有浓厚兴趣,立志要为此献身——因为“物理科学和数学科学活生生的历史、热情洋溢的历史正有待写出”。

1912年萨顿创办了一份科学史杂志——*ISIS*,次年正式出版。该杂志持续出版直至今日,每年四期,外加一期索引,成为国际上最权威的科学史杂志。1915年,萨顿来到美国(*ISIS*也随之带到美国出版),此后他主要在哈佛大学讲授科学史。1924年美国历史协会为了支持萨顿在科学史方面的努力,成立了科学史学会,1926年*ISIS*成为该学会的机关刊物。从1936年起,萨顿又主持出版了*ISIS*的姊妹刊物——专门刊登长篇研究论文的*OSIRIS*(不定期专刊)。^①

萨顿于1955年去世。终其一生,总共完成专著15部、论文及札记300余篇。为了广泛阅读科学史料,他掌握了14种语言——包括汉语和阿拉伯语!他的《科学史引论》3卷,论述从荷马到14世纪的科学历史,在1927—1947年间出版。但是他晚年的宏大计划是写作1900年之前的全部科学史,全书9卷,他生前仅来得及完成了前两卷:《希腊黄金时代的古代科学》

① Isis本是古埃及神话中的丰饶女神、水与风之女神、航海女神,又是女性与忠贞的象征,并被视为法老之母,艳丽异常,魔法无边。Osiris则是其兄兼丈夫,是自然界生产力之神,亦为丰饶之神,又是冥王,乃阴间审判者。萨顿取此二神作为刊物之名,当然有多重寓意。

(1952 年出版)和《希腊化时期的科学与文化》(1959 年出版)。

在萨顿身后,科学史已经成为一个得到公认的学科。萨顿则被公认为科学史这一学科的奠基人,也经常被称为“科学史之父”。国际科学史界的最高荣誉“萨顿奖章”就是以他的名字命名的——事实上,该奖章的第一位获得者就是萨顿本人。这些在他确实都是当之无愧的。

三 科学史的诸种功能

关于科学史的各种功能,有一种深思熟虑的论述:

我们可以较有把握地认同的科学史的功能大致分四类:

其一,是在帮助人们理解科学本身和认识应如何应用科学方面的功能,也就是说,科学史可以带来对于科学本身以及与其内外相关因素更全面、更深刻的认识;

其二,是对于作为其他相关人文学科之基础的功能,也即作为诸如科学哲学、科学社会学等相关学科的知识背景、研究基础,或者说认识平台;

其三,是科学史的教育功能,特别是其在一般普及性教育方面的功能,包括对人类自身的认识和对两种文化(江按:指自然科学与人文学术)之分裂的弥合,而科学史在科学教育中的功能,相对来说还一直存在有较多的争议;

其四,就是作为科学决策之基础的功能,在这方面,国外近年来逐渐兴起的科技政策史的研究尤为值得我们关注。^①

在上述分类中,功能一、三其实可以合并,功能四当然很重要。但是特别值得重视的是功能二。

现代文明的高速发展,使得自然科学与人文科学之间的距离越来越遥远。昔日亚里士多德那样博学的天才大师,如今已成天方夜谭。这当然并非好事,只是人类为获得现代文明而被迫付出的代价罢了。有识之士很早

^① 刘兵:《科学史的功能与生存策略》,见《驻守边缘》,青岛出版社,2000年,第48—49页。

就在为此担忧。还在 20 世纪初,当时的哈佛大学校长康奈特(J. B. Conant)建议用“科学与学术”的提法来兼顾两者,就已经受到热烈欢迎。那时,萨顿正在大声疾呼,要在人文学者和自然科学家之间建立一座桥梁,他选定的这座桥梁不是别的,正是科学史;他认为“建造这座桥梁是我们这个时代的主要文化需要”。

然而半个多世纪过去,萨顿所呼唤的桥梁不仅没有建成通车,两岸的距离倒变得更加遥远。不过对于这个问题,与我们国内的情况相比,西方学者给予了更多的关注。斯诺(Charles Percy Snow——当然不是那个去延安的记者)1959 年在剑桥大学的著名演讲《两种文化·再谈两种文化》^①,深刻讨论了当代社会中自然科学与人文科学日益疏远的状况及其带来的困境,在当时能够激起国际性的热烈反响和讨论,就是一个明显的例证。

而在国内,如果说萨顿所呼唤的桥梁也已经建造了一小部分的话,那么这一小部分却完全被看做是自然科学那一岸上的附属建筑物,大多数的旁人几乎不理解,许多造桥人自己也没有萨顿沟通两岸的一片婆心。

四 科学史的教育功能——以美国的情形为例

在教育中发挥作用,是科学史最重要的功能之一。关于这一功能,我们可以看看美国教育中的一些情况。

在美国自然科学基金会资助下,有哈佛大学科学史教授霍尔顿(G. Holton)等人参加的“哈佛物理教学改革计划”,其成果是 1970 出版的一套中学物理教材《改革物理学教程》(中译本名《中学物理教程》,共 12 册,由文化教育出版社出版)。这是一部大量利用科学史内容,因而具有明显的人文取向的物理学教材,此后成为美国最有影响的物理学教材之一,并被广泛使用。

当然,这样一部教材还不足以说明多少问题,我们应该看一些更为权威的文件。

1989 年“美国促进科学协会”发表题为《普及科学——美国 2061 计划》

^① C. P. 斯诺:《两种文化》,纪树立译,三联书店,1994 年。

的总报告。报告建议,在教育中加入科学史内容,原因是:其一,“离开了具体事例谈科学发展就会很空泛”;其二,“一些科学进展为人类文化遗产作出过卓越贡献……这些历史篇章为西方文明中各种思潮的发展树立了里程碑”。入选的进展包括:

伽利略的理论

牛顿定律

达尔文的进化论

赖尔证实了地球的漫长历史

巴斯德证实了微生物引起传染病

在“2061 计划”之后,1994 年美国“国家研究委员会”通过了《国家科学教育标准》,这是一份内容详尽的报告。其中有“科学的历史与本质”这一部分,将科学史的教育贯穿在从小学到高中的教育过程中。其要点有:

逐步理解科学是一种人类的努力;

逐步理解科学的本质,和科学史的一些内容。

这些科学史的内容中有三点值得注意:

一、许多个人对科学传统作出的贡献。对这些个人中某些人的研究——大致相当于国内科学史研究中的“人物研究”,要达到的目的当然与国内传统的目的不尽相同,《国家科学教育标准》要求通过对科学家个人的研究,增进四方面的认识:科学的探索、作为一种人类努力的科学、科学的本质、科学与社会的相互作用。

二、历史上,科学是由不同文化中不同的个人来从事的。

三、通过追溯科学史可以表明,科学的革新者们要打破当时已被人们广泛接受的观点,并得出我们今天看来是理所当然的结论,曾经是多么困难的事情。^①

上面所举美国教育中的一些情况,只是说明,科学史在美国的教育中,扮演了一个重要角色。而科学史的这一角色,在我国的基础教育体系中基本上还未引入(最近京沪两地才开始有类似美国“2061 计划”的尝试)。因

^① 以上内容主要依据刘兵的论文《基础科学教育改革与科学史》,收入其论文集《触摸科学》,福建教育出版社,2000 年。

此,当我们的高中毕业生进入大学时,和美国大学生相比,可以说就缺了科学史这门课。

五 关于“真实的历史”

这里我们难以避免某些历史学的基本理论问题。国内几十年前“以论带史”还是“论从史出”的陈旧争论早已被时代抛弃,国外各种史学理论则或多或少被介绍进来。“真实的历史”初听起来——或者说只是在我们的下意识里——似乎仍然是一个天经地义应该追求的目标,实际上却是难以达到的境界。有人说,如今在美国,谁要是宣称他自己能够获得“真实的历史”,那就将因理论上的陈旧落伍而失去在大学教书的资格。这或许是一种夸张的说法,不过在比较深入的思考之下,“真实的历史”确实已经成为一个难圆之梦。

科学史是跨越科学和历史两大领域的交叉学科,它真正的现代形态直到20世纪方才确立。如今在国内,科学史研究者主要是依附在“科学”的阵营中。例如:作为国内科学史研究“正统”所在、也是中国科学技术史学会挂靠单位的自然科学史研究所,就属中国科学院管辖;而散布在全国高校中的数学史、物理史、化学史等方面的研究者,通常也都相应在数学系、物理系、化学系任教。这种局面,与国外许多科学史研究者常依附于大学历史系有很大不同。

科学史研究需要专业的科学知识。例如研究天文学史通常要求研究者受过正规的天文学专业训练,研究物理学史则要求有物理学的训练,其他学科基本上也都是如此,这使科学史研究者与一般的历史学家相比显得远不是同一类人,而与本行的科学家似乎更亲近一些。这种亲近感和所受的专业训练,当然也使科学史研究者在感情上更愿意接受“真实的历史”。^①

然而就研究的本质而言,科学史与历史学的亲缘关系显然要近得多。

^① 当然这种亲近也要付出令人尴尬的代价:前沿的科学家们通常都看不起那些热衷于和自己攀亲戚的科学史研究者,因为他们普遍认为,只有那些无力进行前沿工作的人才不得不去从事科学史研究。而他们到老年时创造力衰退,却往往宣称自己对本学科的历史“很感兴趣”,愿意作为票友来玩玩。